

MONITORING METHOD OF QUALITY FOR YAG LASER BEAM WELDED PART

Patent Number: JP2000271768
Publication date: 2000-10-03
Inventor(s): MORI KIYOKAZU; KOJIMA YASURO
Applicant(s): NISSAN MOTOR CO LTD
Requested Patent: ☐ JP2000271768 (JP00271768)
Application: JP19990077505 19990323
Priority Number(s):
IPC Classification: B23K26/00 ; G01N21/63 ; G01N21/71 ; G01N21/88
EC Classification:
Equivalents: ☐ DE10013892

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a monitoring method of the quality for a YAG laser beam welded part capable of forecasting/discriminating welded part quality for normal/defective in-line and specifying the cause in the case of defective.

SOLUTION: The emission intensity of a visible light beam (plasma light beam) from a YAG welded part as well as the intensity of a reflection light beam of the YAG laser beam are respectively detected by sensors 6a, 6b arranged to upper/lower two places, these detected signals are measured by dividing into a low frequency component and a high frequency component, the quality of the welded part is discriminated based on these eight kinds of signal information.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-271768

(P2000-271768A)

(43) 公開日 平成12年10月3日 (2000.10.3)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード* (参考)

B 2 3 K 26/00

B 2 3 K 26/00

P 2 G 0 4 3

G 0 1 N 21/63

G 0 1 N 21/63

Z 2 G 0 5 1

21/71

21/71

4 E 0 6 8

21/88

21/88

Z

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願平11-77505

(22) 出願日

平成11年3月23日 (1999.3.23)

(71) 出願人

000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者

森 清 和

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産

自動車株式会社内

(72) 発明者

小 島 靖 郎

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産

自動車株式会社内

(74) 代理人

100077610

弁理士 小塩 豊

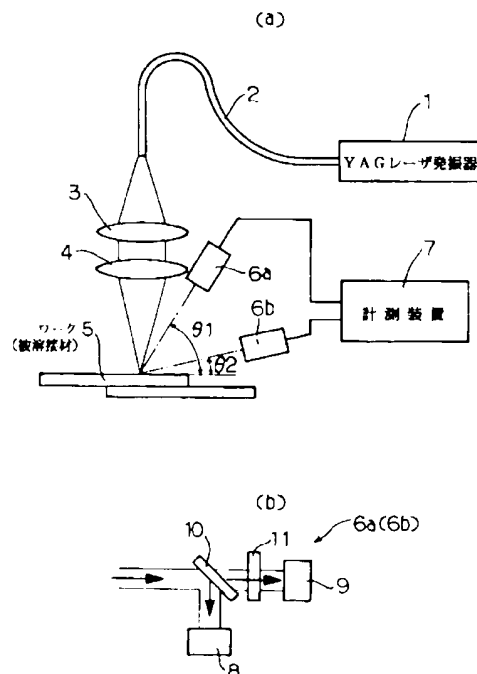
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 YAGレーザー溶接部の品質モニタリング方法

(57) 【要約】

【課題】 インラインにおいて溶接部品質の良否を予測判定することができると共に、不良の場合にはその原因をも特定することができるYAGレーザー溶接部の品質モニタリング方法を提供する。

【解決手段】 YAG溶接部からの可視光（プラズマ光）の発光強度に加えてYAGレーザーの反射光の強度を上下2箇所に配設したセンサ6a、6bによってそれぞれ検出すると共に、これら検出信号を低周波成分と高周波成分とに分けて測定し、これら都合8種類の信号情報に基づいて溶接部の品質を判定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 YAG溶接に際して、溶接部からの可視光の発光強度と共に、YAGレーザの反射光の強度をそれぞれ検出し、これら検出信号の周波数成分として、50、200Hzの間の任意の周波数以下の低周波成分と、前記任意の周波数を超える高周波成分の両者の強度に基づいて溶接部の品質を判定することを特徴とするYAGレーザ溶接部の品質モニタリング方法

【請求項2】 被溶接材表面からの仰角が50°以上となる位置において前記可視光および反射光の強度を検出することを特徴とする請求項1記載のYAGレーザ溶接部の品質モニタリング方法

【請求項3】 被溶接材表面からの仰角が50°以上となる第1の位置と、前記仰角が15°以下となる第2の位置において前記可視光および反射光の強度をそれぞれ検出し、それぞれの検出信号に基づいて溶接部の品質を判定することを特徴とする請求項1記載のYAGレーザ溶接部の品質モニタリング方法

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、YAGレーザ溶接における品質保証技術に係わり、さらに詳しくは、単に溶接結果の良否を予測判定するだけでなく、溶接品質に大きな影響を及ぼすパラメータの変動を検知して不良の原因を特定することができ、適応制御に利用することも可能なYAGレーザ溶接部の品質モニタリング方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】YAGレーザ溶接の溶接品質に直接関連する重要なパラメータとしては、例えば、加工点のレーザ出力、レーザの焦点位置（ビーム径）、ワーク（被溶接材）の精度（合わせ隙間）、ガス流量、溶接速度などが挙げられる。

【0003】YAGレーザ溶接に際して、これらの溶接パラメータが所定の許容値内に管理（源流管理）されることは当然であるにしても、例えば、車体組立工程のように大型のワークを対象とする溶接においては、上記のような管理を行ったとしても、ワークごとのばらつきや、搬送装置によるワークの停止位置精度などに基づく溶接パラメータのばらつきを完全に避けることは不可能であり、突発的な溶接不良部が発生することがないとは言えない。

【0004】このような突発的な溶接不良を検出するために、レーザ溶接品質のモニタリング技術として、レーザ溶接時に発生する光や音などの物理量を測定し、溶接品質を推定する方法が提案されており、例えば特開平10-6051号公報には、炭酸ガスレーザ溶接時に発生するプラズマ光を検出してその周波数分布を測定する方法が記載されている。一方、YAGレーザ溶接については、同様にプラズマ光（YAGレーザ溶接においては電

離比率が低いので、本来ブルーームが正しいが、通常プラズマと呼ばれている）の発光強度を検出して良好な品質が得られた時の波形と比較するモニタリング装置がドイツのLZH（レーザセンターハノーバ）により商品化されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した従来のモニタリング方法あるいは装置においては、溶接部から発生するプラズマ光の強度のみに着目しており、検出されたプラズマ波形が参照波形として記憶された品質良好時の波形に対して一定の比率で設けた範囲内にあるかどうかによって良否を判定するシステムとなっていることから、溶接品質の良否を予測できたとしても不良原因を把握することはできず、したがって不良を解消するべく溶接パラメータを自動制御することはもとより、不良対策を講じることもしないという問題点があり、このような問題点を解消し、溶接品質の良否と共に、不良の原因を特定することのできるモニタリング技術を開発することがYAGレーザ溶接技術における課題となっていた。

【0006】

【発明の目的】本発明は、従来のYAGレーザ溶接制御技術における上記課題に着目してなされたものであって、インラインにおいて溶接部品質の良否を予測判定することができると共に、不良の場合にはその原因をも特定することができるYAGレーザ溶接部の品質モニタリング方法を提供することを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明者は、蒸気課題を解決するために、YAGレーザ溶接に際して溶接部から得られる情報信号について鋭意検討を重ねた結果、溶接部に発生する高温の金属蒸気（前述のように本来ブルーームが正しいが、以下「プラズマ」と称する）から発生するプラズマ光（可視光領域）の強度に加えて、溶接部に照射されてワークに吸収されることなく反射したYAGレーザの反射光の強度を個々に計測すると共に、これら検出信号に含まれる周波数成分として、100Hz程度以下の低周波成分（DC成分）と、このDC成分強度をベースとして10kHz程度までの大きな時間的変動を伴う高周波成分（AC成分）の両方の強度をそれぞれ検出すると、これら都合4種類の信号情報、すなわちプラズマ発光強度のDC成分およびAC成分、YAG反射光のDC成分およびAC成分の信号情報が溶接パラメータ、例えばレーザ出力や焦点位置、ワークの合わせ隙間などの変動に対してそれぞれ特徴的な挙動を示すことに着目し、YAGレーザ溶接に際して、これら4種類の信号情報の変化を監視することによって、溶接部品質が予測できると共に、品質の不良原因がどのパラメータの変動によるものであるかをほぼ確実に推定して、不良原因を解消することが可能になることを見出だすに至った。

質の判定精度が向上すると共に、各信号情報の特異的な変化に基づいて溶接部品質の不良原因をも高精度に推定することができるという極めて優れた効果をもたらすものである。

【0019】また、本発明によるYAGレーザ溶接部の品質モニタリング方法の実施態様として請求項2に係わるモニタリング方法においては、前記可視光および反射光の強度を被溶接材表面からの仰角が 50° 以上となる位置において検出するようにしているので、得られる検出信号の強度およびSN比を高めることができ、精度の高いモニタリングが可能になり、同じく実施態様として請求項3に係わるYAGレーザ溶接部の品質モニタリング方法においては、前記可視光および反射光の強度を被溶接材表面からの仰角が 50° 以上となる第1の位置と、仰角が 15° 以下となる第2の位置からそれぞれ検出し、それぞれの検出信号に基づいて溶接部の品質を判定するようにしているので、溶接部品質の判定や品質不良原因パラメータの特定を8種類の信号情報に基づいて行うことができ、溶接部のモニタリング精度をさらに向上させることができるというさらに優れた効果がもたらされる。

【0020】

【実施例】以下、本発明を実施例に基づいてさらに具体的に説明する。

【0021】図1(a)は、本発明に係わるYAGレーザ溶接部の品質モニタリング方法を実施するための溶接装置の構成例を示すものであって、図1に示すYAGレーザ溶接装置は、YAGレーザ発振器1を備え、当該発振器1で発生したレーザ光は光ファイバ2によって集光光学系に導かれ、コリメーションレンズ3によって平行光とされたのち、集光レンズ4によりワーク(被溶接材)5の表面に集光され、溶接が行われる。

【0022】一方、ワーク5の表面からの仰角 θ_1 が 60° となる第1の位置には第1のセンサ6aが配設されると共に、ワーク5の表面からの仰角 θ_2 が 10° となる第2の位置には第2のセンサ6bが配設されており、これらセンサ6a、6bによって、溶接に際して溶接部から発生するプラズマ光(可視光)と、溶接部に照射されたのちワーク5に吸収されることなく反射したYAGレーザの反射光の強度がそれぞれ電気信号に変換され、プリアンプ、フィルタ、AD変換器、パソコンなどから構成される計測装置7に入力されるようになっている。

【0023】前記第1および第2のセンサ6a、6bは、図1(b)に示すように、2つのフォトダイオード8、9と、ダイクロイックミラー10、および $1064\text{ nm} \pm 10\text{ nm}$ の波長のみを透過する干渉フィルター11から構成されている。

【0024】当該センサ6aおよび6bにおいては、まず、図中の左側から入射した溶接部からの光がダイクロイックミラー10によって波長に応じて選択される。す

なわち波長 500 nm 以下の可視光はダイクロイックミラー10に反射されてフォトダイオード8に導かれ、プラズマ光として電気信号に変換されて、その強度が検出される。一方、溶接部からの入射光のうちの赤外光は、ダイクロイックミラー10を透過したのち、 1064 nm の波長を有するYAGレーザ光のみが干渉フィルター11を透過してフォトダイオード9に導かれ、YAG反射光として電気信号に変換され、前記計測装置7にそれぞれ入力される。

【0025】第1センサ6aおよび第2センサ6bによって検出されたプラズマ発光強度信号と、YAG反射光強度信号は、図6および図7に示したように 100 Hz 以下の低周波成分(DC成分)と、 100 Hz を超え 10 kHz までの高周波の変動成分(AC成分)とに分けてその強度がそれぞれ検出される。

【0026】図2ないし図4は、その検出結果の一例を示すものであって、2枚の鋼板を密着させる(重ね隙間:0)と共に、焦点距離 200 の集光レンズ4によりワーク5の表面にYAGレーザの焦点を合わせ(焦点位置:0)、加工点のレーザ出力が 3 kW 、溶接速度が 4 mm/min の条件を標準として、板厚 0.8 mm の鋼板2枚を重ね溶接するに際して、溶接時に変動する可能性の高いパラメータとして、加工点出力、焦点位置およびワークの重ね隙間をそれぞれ変化させた場合の各信号成分の変化を示すものである。

【0027】すなわち、図2(a)ないし(d)は、加工点のレーザ出力と、プラズマ発光強度のDC成分、プラズマ発光強度のAC成分、YAG反射光強度のDC成分、およびYAG反射光強度のAC成分の変化を示している。なお、これらの図において、ワーク表面からの仰角が 60° となる第1センサ6aからの検出信号を○印により、仰角が 10° となる第2センサ6bからの検出信号を●印によってそれぞれ示すと共に、鋼板の裏面までの貫通溶接となる範囲を良好な溶接範囲として網がけすることによって示してある。

【0028】これらの図に示すように、加工点出力の変動に伴って、これら8種類の検出信号がそれぞれ特徴的に変化することが確認され、ここでは、標準条件からの信号変化が大きい図2(d)の信号、すなわちYAG反射光強度のAC成分を用いると加工点出力の変動を精度よく捉えることができることが解る。

【0029】図3(a)ないし(d)は、焦点位置の変動に伴う各検出信号の変化を同様に示している。ここでは、図3(a)～(c)に示すように、プラズマ発光強度のDC成分、プラズマ発光強度のAC成分およびYAG反射光強度のDC成分の検出信号が焦点位置0を極小とする変化特性を示しているのに対し、図3(d)に示すYAG反射光強度のAC成分の検出信号が焦点位置0を極大とする特性を示している。したがってこの2つの特性を合わせて検出することにより、焦点位置の変動を

検出することが可能になる。なお、焦点位置のプラスの数値はレーザの焦点位置が図1(a)に示したワークの上方側にあることを表し、マイナスの数値は焦点がワークの表面より下側に位置することを意味する。

【0030】また、図4(a)ないし(d)は、ワークの重ね隙間の変動に伴う各検出信号の変化を同様に示しており、ここでは、図4(b)に示したプラズマ発光強度のAC成分の信号が最も大きく変化しており、この信号変化を把握することにより、重ね隙間の変動を精度よく検出することができる。

【0031】図5は、上記各図のうちから図2(c)、図3(c)および図4(c)のデータを取り出し、横軸にYAG反射光強度のDC成分の第1センサa(仰角60°)からの信号を採り、縦軸に同じくYAG反射光強度のDC成分であって、第2センサb(仰角10°)からの信号を採ることによって、それぞれの加工点出力、焦点位置、重ね隙間ごとに2次的にプロットすると共に、数値順に連結したものである。なお、図中には、加工点出力を○印、焦点位置を□、ワークの重ね隙間を△で示すと共に、良好な溶接範囲に相当するものを塗り潰して示してある。

【0032】すなわち、図5に示すように、各パラメータによる良好な溶接範囲は、図の中心側に位置し、各パラメータが溶接品質が不良になる方向に変動したときにはプロット点が中心側から外周方向に移動し、しかも各パラメータによってその移動方向が異なっている。したがって、その移動方向を把握することによってどのパラメータが溶接不良の原因であるかを推定することが可能になる。例えば、図5中に示す矢印A方向に移動すれば加工点出力の変動による溶接不良であり、矢印B方向にずれた場合には焦点位置の変動によるものであり、矢印C方向に移動した場合には重ね隙間の異常によるものであることが判ることになる。

【0033】したがって、例えば、図の中心側に良好な溶接品質が得られる管理範囲を設定し、この範囲から外れた場合に溶接不良の警告を発すると共に、どの領域に外れたかによってチェックする溶接パラメータを表示させるようにすることができる。また、管理範囲から外れた場合に、該当するパラメータを自動的に修正する完全自動システムとすることも可能である。

【0034】上記実施例においては、代表的な溶接パラメータとして、加工点のレーザ出力、焦点位置およびワークの重ね隙間の3つのパラメータについて説明したが、その他のパラメータ、例えば溶接速度やガス流量についても同様のデータを求めて、同様の管理を行うことができる。

【0035】また、図5に示したようなチャート図についても、その縦軸および横軸を上記の組合わせだけでなく、8種類の検出信号から任意の2組を選択することによって、種々の組合わせのものを作成することができ、

これらのうちから監視や制御に最も適したものを選択して使用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a) 本発明に係わるYAGレーザ溶接部の品質モニタリング方法を実施するための溶接装置の構成例を示すブロック図である。

(b) 図1(a)に示したセンサの構造例を示す概略説明図である。

【図2】(a) 加工点のレーザ出力とプラズマ発光強度のDC成分との関係を示すグラフである。

(b) 加工点のレーザ出力とプラズマ発光強度のAC成分との関係を示すグラフである。

(c) 加工点のレーザ出力とYAG反射光強度のDC成分との関係を示すグラフである。

(d) 加工点のレーザ出力とYAG反射光強度のAC成分との関係を示すグラフである。

【図3】(a) 焦点位置とプラズマ発光強度のDC成分との関係を示すグラフである。

(b) 焦点位置とプラズマ発光強度のAC成分との関係を示すグラフである。

(c) 焦点位置とYAG反射光強度のDC成分との関係を示すグラフである。

(d) 焦点位置とYAG反射光強度のAC成分との関係を示すグラフである。

【図4】(a) ワークの重ね隙間とプラズマ発光強度のDC成分との関係を示すグラフである。

(b) ワークの重ね隙間とプラズマ発光強度のAC成分との関係を示すグラフである。

(c) ワークの重ね隙間とYAG反射光強度のDC成分との関係を示すグラフである。

(d) ワークの重ね隙間とYAG反射光強度のAC成分との関係を示すグラフである。

【図5】各溶接パラメータの変動に基づく第1センサおよび第2センサにより検出されたYAG反射光強度のDC成分信号の変化を2次的に示したグラフである。

【図6】(a) プラズマ発光強度の低周波成分の信号例を示すグラフである。

(b) プラズマ発光強度の高周波成分の信号例を示すグラフである。

【図7】(a) YAG反射光強度の低周波成分の信号例を示すグラフである。

(b) YAG反射光強度の高周波成分の信号例を示すグラフである。

【図8】(a) プラズマ発光強度の周波数分布を示すグラフである。

(b) YAG反射光強度の周波数分布を示すグラフである。

【図9】プラズマ発光強度およびYAG反射光強度の検出角度による影響を示すグラフである。

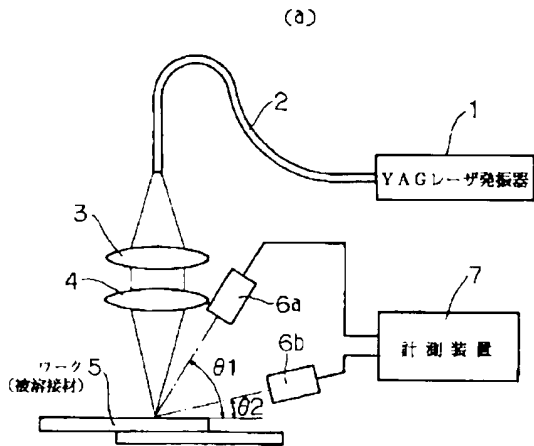
【符号の説明】

5 ワーク (被溶接材)

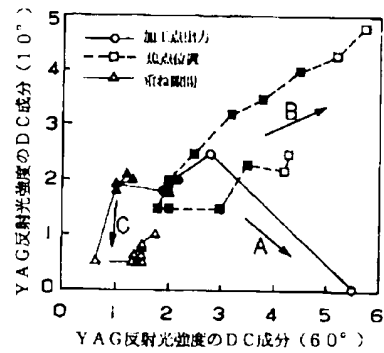
I_{ap} , I_{ar} AC成分 (高周波成分)

I_{dp} , I_{dr} DC成分 (低周波成分)

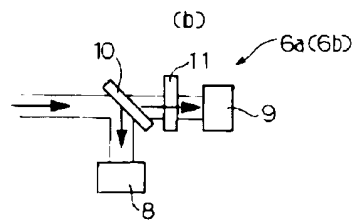
【図1】



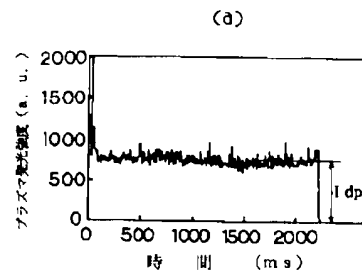
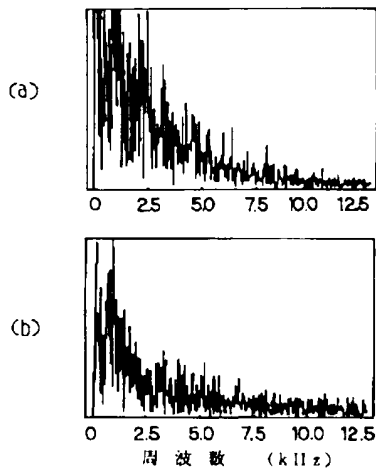
【図5】



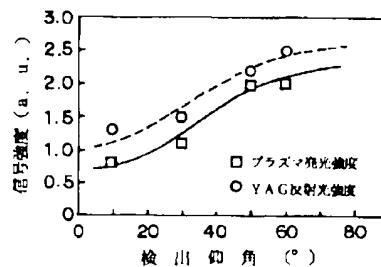
【図6】



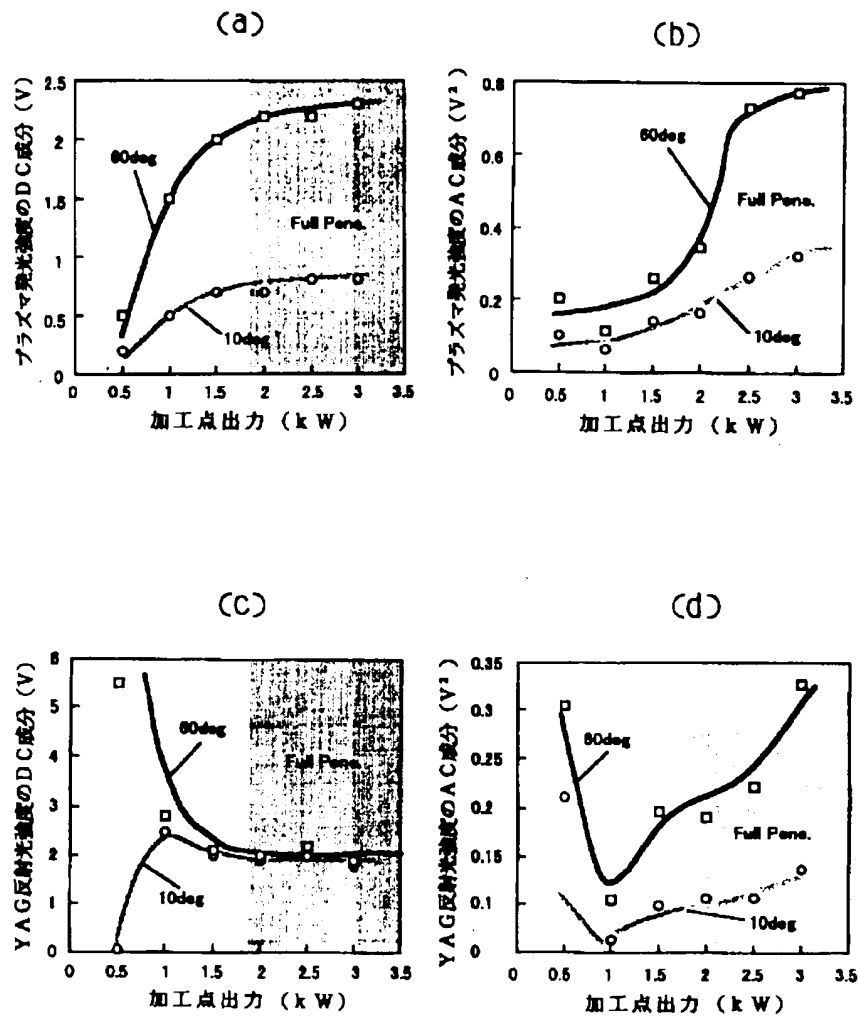
【図8】



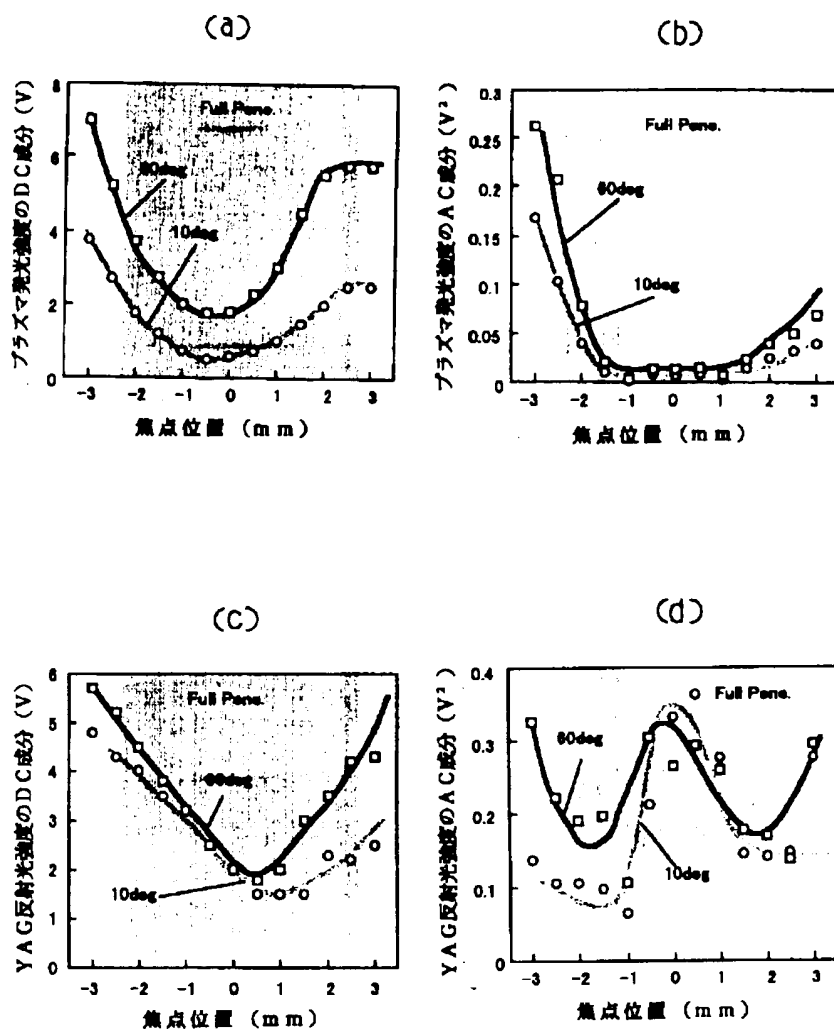
【図9】



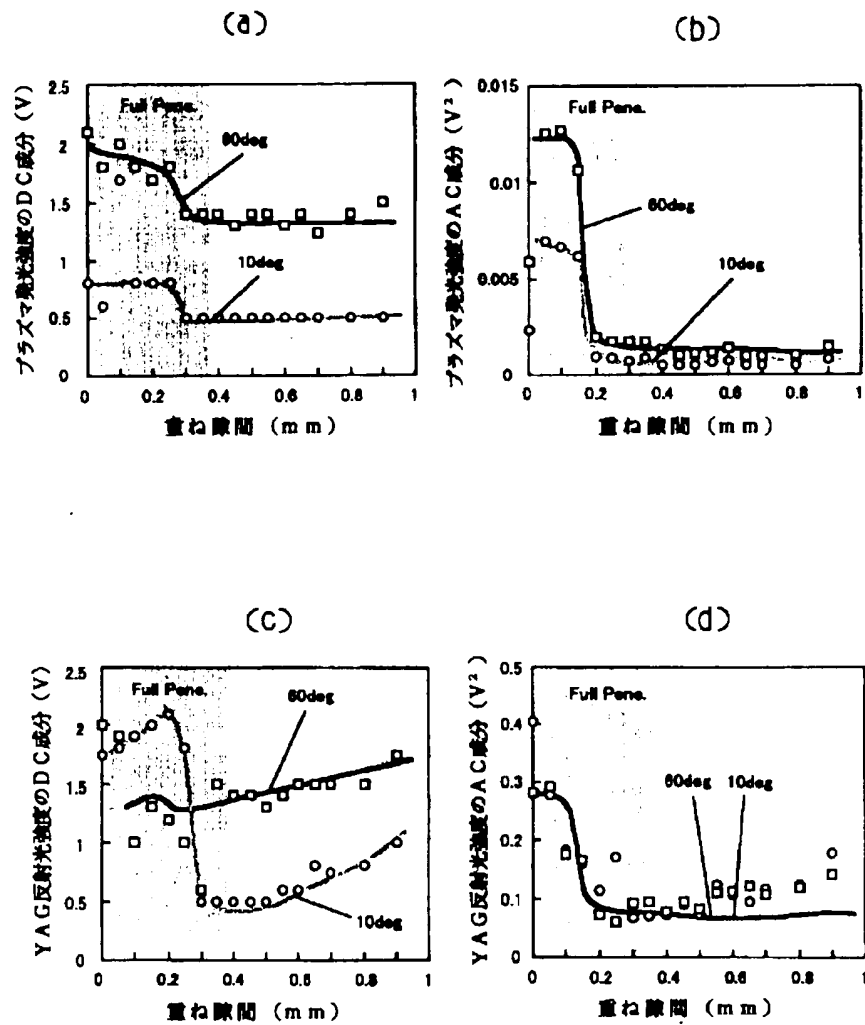
【図2】



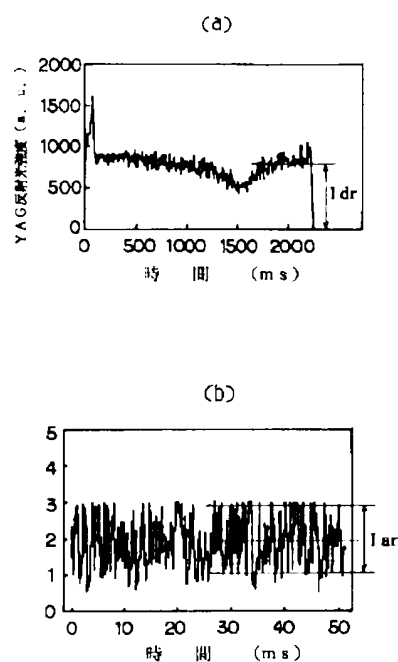
【図3】



【図4】



【図7】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2G043 AA03 CA02 DA05 EA10 GA04
GB03 HA01 HA05 HA09 JA03
KA09 LA01 MA01
2G051 AA37 CA06 CB01 DA06 EA30
4E068 CA17 CB09 CC00